

**IN THE UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE**

Re: Application of: Andreas BARTH  
Serial No.: To Be Assigned  
Filed: Herewith as national phase of International Patent  
Application PCT/EP2003/006727, filed June 26, 2003  
For: **AS-MAGNESIUM PRESSURE DIE CAST ALLOY  
AND METHOD FOR PRODUCING A  
SUBASSEMBLY PART FROM AN AS-MAGNESIUM  
PRESSURE DIE CAST ALLOY OF THIS TYPE**

Mail Stop: PCT  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

January 4, 2005

**LETTER RE: PRIORITY**

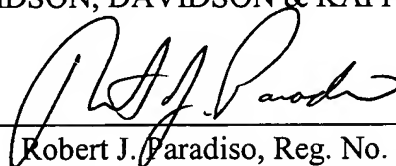
Sir:

Applicant hereby claims priority of German Application Serial No. DE 102 30 276.6, filed July 5, 2002 through International Patent Application Serial No: PCT/EP2003/006727, filed June 26, 2003.

Respectfully submitted,

DAVIDSON, DAVIDSON & KAPPEL, LLC

By



Robert J. Paradiso, Reg. No. 41,240

(signing for Thomas P. Canty, Reg. No. 44,586)

Davidson, Davidson & Kappel, LLC  
485 Seventh Avenue, 14th Floor  
New York, New York 10018  
(212) 736-1940

10/520358

PCT/EP

03 / 06 7 27

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

1 JUL 2003



REC'D 12 AUG 2003	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 30 276.6

**Anmeldetag:** 05. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** AS-Druckgusslegierung und Verfahren zum Her-  
stellen eines Aggregatteils aus einer derartigen  
AS-Druckgusslegierung

**IPC:** C 22 C 23/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. Juni 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Jerofsky

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

A 9161  
08/00  
EDV-L

**BEST AVAILABLE COPY**

DaimlerChrysler AG

Rauscher/Steimle

26.06.2002

AS-Druckgusslegierung und Verfahren zum Herstellen eines Aggregatteils aus einer derartigen AS-Druckgusslegierung

- 5 Die Erfindung betrifft eine AS-Druckgusslegierung, insbesondere für thermisch belastete Aggregatteile im Kraftfahrzeug-Bereich.

Werden für thermisch hochbelastete Aggregatteile Magnesium-Legierungen verwendet, so müssen diese einen niedrigen Aluminium-Gehalt besitzen, um kriechbeständig zu sein, so dass im heißen Aggregatbetrieb kein Lösen der Verbindungsschrauben erfolgt. Als kriechbeständige Legierungen sind  $MgAl_2Si_1$ -Druckgusslegierungen, die auch als AS21-Legierung bezeichnet werden, und  $MgAl_4Si_1$ -Legierungen, die auch als AS41-Legierung bezeichnet werden, bekannt. Mit fallendem Aluminium-Gehalt in der Magnesium-Legierung bilden sich bei thermischer Belastung oberhalb von  $120^\circ C$  weniger kriechanfällige  $Mg_{17}Al_{12}$ -Korn-grenzenausscheidungen aus, so dass AS21-Legierungen kriechbeständiger sind als AS41-Legierungen. Wegen des geringeren Aluminium-Gehalts ist eine AS21-Legierung jedoch weniger fest, korrosionsanfälliger und vor Allem schlecht gießbar. Gießfehler, wie Kleben an der Gussform und Heißrisse ermöglichen keine sichere Serienproduktion von großen Aggregatteilen.

25 Diese Nachteile weist eine AS41-Legierung jedoch nicht auf. Sie ist aber wegen des höheren Gehalts an  $Mg_{17}Al_{12}$ -Korn-grenzenausscheidungen kriechanfälliger und weniger duktil ist. Eine geringere Zähigkeit verschlechtert die dynamische Festigkeit der Legierung im Fall von Kerbwirkung, die z.B.

30

durch Steinschlag, Korrosion usw. hervorgerufen wird. Bei thermischer Belastung fällt die Duktilität in Folge des Ausscheidens zusätzlicher, spröder  $Mg_{17}Al_{12}$ -Phasen an den Korngrenzen weiter ab. Somit verringert sich die dynamische Belastbarkeit von Bauteilen aus AS41-Legierungen im Fahrbetrieb. Aus der WO-A-01 02 614 sind z.B. derartige Legierungen bekannt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine AS-Legierung bereitzustellen, die thermisch stabil bezüglich Kriechen und Duktilität und gleichzeitig befriedigend gießbar ist.

Diese Aufgabe wird mit einer AS-Druckgusslegierung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass deren Aluminium-Gehalt zwischen dem Aluminium-Gehalt der AS21- und der AS41-Legierungen liegt.

Legierungstechnisch wurde erfindungsgemäß ein Kompromiss bezüglich Gießbarkeit, Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit einerseits, was durch einen höheren Aluminium-Gehalt erzielt wird, und Kriechbeständigkeit und Duktilität andererseits, was durch einen niedrigeren Aluminium-Gehalt erzielt wird, eingegangen. In der erfindungsgemäßen AS-Druckgusslegierung liegt der Aluminium-Gehalt zwischen den genormten Legierungen AS21 und AS41.

Gießversuche an Getriebegehäuse zeigten, dass AS-Legierungen ab einem Aluminium-Gehalt von 2,5 Gew.-% sich gut vergießen lassen. Es wurde kein Verkleben der Gussteile in der Druckgussform festgestellt. Außerdem zeigten die Gussteile keine Heißrisse. Ferner führt der im Vergleich zu einer AS21-Legierung höhere Aluminium-Gehalt zu der gewünschten Festigkeitssteigerung. Da der Aluminium-Gehalt der erfindungsgemäßen AS-Druckgusslegierung nicht den Wert erreicht, den eine AS41-Legierung besitzt, besteht keine Gefahr, dass das Druckgussteil versprödet.

Erfindungsgemäß liegt der Aluminium-Gehalt zwischen 2,5 Gew.-% und 4 Gew.-%, insbesondere zwischen 2,8 Gew.-% und 3,5 Gew.-%, bevorzugt bei 3 Gew.-%. Durch die Wahl des Aluminium-Gehalts können die Gießbarkeit, Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit, Kriechbeständigkeit und Duktilität in gewissen Grenzen eingestellt werden.

Gemäß der Erfindung ist die AS-Druckgusslegierung eine MgAl3Si1-Legierung (AS31). Diese Legierung weist einen Aluminium-Gehalt und insbesondere weitere Legierungsbestandteile auf, die zwischen den Werten von AS21- und AS41-Legierungen liegen.

Insbesondere besitzt die erfindungsgemäße AS-Druckgusslegierung einen Mn-Gehalt, der größer als 0,20 Gew.-% ist. Der Cu-Gehalt ist < 100 ppm. Der Ni-Gehalt liegt unter 20 ppm. Der Fe-Gehalt liegt ebenfalls < 50 ppm. Der Si-Gehalt liegt zwischen 0,7 und 1,5 Gew.-%. Außerdem ist der Zn-Gehalt unterhalb von 0,20 Gew.-%.

Schließlich ist in der Mg-Matrix relativ viel Al gelöst. Hieraus ergibt sich eine hohe Duktilität, was weiter unten noch näher beschrieben wird. Dies wird insbesondere dadurch erreicht, dass die erfindungsgemäße AS-Druckgusslegierung wasserabgeschreckt ist.

Die oben genannte Aufgabe wird außerdem mit einem Verfahren zur Herstellung eines thermisch belastbaren Aggregatteil aus der eingangs genannten AS-Druckgusslegierung dadurch gelöst, dass es nach dem Abguss oder nach dem Öffnen der Druckgussform in Wasser abgeschreckt wird.

Wie bereits erwähnt, wird hierdurch eine hohe Duktilität erzielt. Im Vergleich zur langsamen Abkühlung an Luft wird beim Wasserabschrecken mehr Aluminium in der Mg-Matrix gelöst, so dass sich erstens eine günstige Mischkristallhärtung ergibt,

die das Gefüge im Gegensatz zur  $Mg_{17}Al_{12}$ -Ausscheidungshärtung kaum versprödet. Zweitens wird im Gegensatz zu einer Luftabkühlung gemäß dem Stand der Technik das nicht in der Mg-Matrix gelöste Aluminium in Form sehr feiner  $Mg_{17}Al_{12}$ -Phasen  
5 ausgeschieden.

Drittens erfolgt die Ausscheidung beim Wasserabschrecken neben den Korngrenzen auch in der Mg-Matrix selbst. Hierdurch wird im Vergleich zur Luftabkühlung die Zugfestigkeit und die  
10 Dehngrenze der erfindungsgemäßen AS-Druckgusslegierung deutlich erhöht, ohne dass infolge des im Vergleich zu der bekannten AS21-Legierung angehobenen Aluminium-Gehalts sich die Zähigkeit verschlechtert, da nur wenig grobe  $Mg_{17}Al_{12}$ -Korngrenzenphasen entstehen.

Schließlich wird die thermische Stabilität des Gefüges bei der Langzeitbelastung bei  $150^{\circ}C$  merklich verbessert. So funktionieren im Fall einer Luftabkühlung gemäß dem Stand der Technik die grob ausgeschiedenen  $Mg_{17}Al_{12}$ -Korngrenzenausscheidungen als Keimbildner für weitere  $Mg_{17}Al_{12}$ -Phasen, so dass  
20 nach thermischer Alterung die Korngrenzen vollständig mit  $Mg_{17}Al_{12}$ -Phasen belegt bzw. verankert sind. Dies führt zu einer totalen Materialversprödung.

Bei der erfindungsgemäßen Wasserabschreckung der neuen AS-Druckgusslegierung liegen weniger und feinere  $Mg_{17}Al_{12}$ -Korngrenzenausscheidungen und somit weniger Keimbildner vor, so dass bei thermischer Alterung die Korngrenzen kaum verspröden.

Der erfindungsgemäße wasserabgeschreckte AS31-Druckguss erfährt nach einer thermischen Alterung von 2000 Stunden bei  $150^{\circ}C$  nur einen geringfügigen Bruchdehnungsverlust, obwohl Zugfestigkeit und Dehngrenze durch das Ausscheiden weiterer  
30 feiner  $Mg_{17}Al_{12}$ -Phasen vorteilhafterweise ansteigen. Hierdurch resultiert insgesamt ein exzellentes dynamisches Festigkeitsverhalten auch im Fall thermischer Beanspruchung bei  $150^{\circ}C$ .

Durch das Wasserabschrecken wird auch die Kriechbeständigkeit der erfindungsgemäßen Legierung verbessert. So ist, wie bereits erwähnt, von vornherein mehr Aluminium in der Mg-Matrix  
5 gelöst. Hierdurch wird die Kriechbeständigkeit so weit verbessert, dass das Lösungsverhalten von Aluminium-Schrauben trotz des höheren Al-Gehaltes der erfindungsgemäßen Legierung den der bekannten AS21-Legierung entspricht.

10 Es hat sich gezeigt, dass bei einer wasserabgeschreckten AS41-Legierung das Relaxationsverhalten von Al-Schrauben bei 150°C schlechter ist, als bei der erfindungsgemäßen AS31-Legierung. Grund hierfür ist der höhere Aluminium-Gehalt in  
15 der AS41-Legierung bzw. der höhere Anteil nicht kriechbeständiger  $Mg_{17}Al_{12}$ -Korngrenzenphasen im Ausgangsgefüge.

Die erfindungsgemäße AS31-Legierung, insbesondere ein hieraus hergestelltes Getriebegehäuse, besitzt eine Mindestzugfestigkeit von 180 MPa, eine Mindestdehngrenze von 110 MPa und die  
20 Mindestbruchdehnung im Bereich des Gussanschnittes liegt bei 6%.

Bevorzugt wird das aus der erfindungsgemäßen Legierung hergestellte Aggregatteil innerhalb von 60 s, insbesondere innerhalb von 40 s., vorzugsweise innerhalb von 30 s, nach dem Abguss oder nach dem Öffnen der Druckgussform in Wasser abgeschreckt. Durch diese unmittelbar nach dem Abguss erfolgende Temperaturabsenkung wird, wie oben erwähnt, vermieden, dass  
25 sich grobe  $Mg_{17}Al_{12}$ -Korngrenzenphasen im Übermaß ausbilden.

DaimlerChrysler AG

Rauscher/Steimle

26.06.2002

Patentansprüche

- 5 1. AS-Druckgusslegierung, insbesondere für thermisch belastete Aggregatteile im Kraftfahrzeug-Bereich, dadurch gekennzeichnet, dass deren Al-Gehalt zwischen dem Al-Gehalt der AS21- und AS41-Legierungen liegt.
- 10 2. AS-Druckgusslegierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Al-Gehalt zwischen 2,5 Gew.-% und 4 Gew.-%, insbesondere zwischen 2,8 Gew.% und 3,5 Gew.-% liegt und bevorzugt 3 Gew.-% ist.
- 15 3. AS-Druckgusslegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine MgAl 3 Si 1-Legierung (AS31) ist.
- 20 4. AS-Druckgusslegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mn-Gehalt > als 0,20 Gew.-% ist.
- 25 5. AS-Druckgusslegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Cu-Gehalt < 100 ppm ist.
- 30



- 5 6. AS-Druckgusslegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Ni-Gehalt  $< 20$  ppm ist.
- 10 7. AS-Druckgusslegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Fe-Gehalt  $< 50$  ppm ist.
- 15 8. AS-Druckgusslegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Si-Gehalt zwischen 0,7 und 1,5 Gew.-% liegt.
- 20 9. AS-Druckgusslegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Zn-Gehalt  $< 0,20$  Gew.-% ist.
- 25 10. AS-Druckgusslegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass relativ viel Al in der Mg-Matrix gelöst ist.
- 30 11. AS-Druckgusslegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass sie wasserabgeschreckt ist.
- 35 12. Verfahren zur Herstellung eines thermisch belastbaren Aggregatteils aus einer AS-Druckgusslegierung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass es nach dem Abguss oder nach dem Öffnen der Druckgussform in Wasser abgeschreckt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Abschrecken des Druckgussteils in Wasser inner-  
halb von 60 s, insbesondere 40 s, und vorzugsweise 30 s  
5 nach dem Abguss oder nach dem Öffnen erfolgt.

DaimlerChrysler AG

Rauscher/Steimle  
26.06.2002

Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung betrifft eine AS-Druckgusslegierung, insbesondere für thermisch belastete Aggregatteile im Kraftfahrzeug-Bereich, deren Al-Gehalt zwischen dem Al-Gehalt der AS21- und AS41-Legierungen liegt. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Herstellung eines Aggregatteils aus einer der-
- 10 artigen Legierung, wobei es nach dem Abguss oder nach dem Öffnen der Druckgussform in Wasser abgeschreckt wird.